

國立彰化高級中學 111 學年度第二學期高三物理科第一次定期考試題卷

班級：三年_____班 座號：_____號 姓名：_____

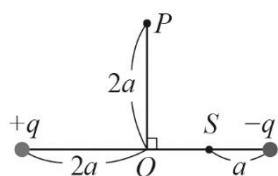
說明：

- (1) 範圍：選物四第一章+3-2~3-3(含實驗 1.等位線與電場、2.電流天平、3.認識電磁波)
- (2) 命題教師：蘇盈嘉

注意：答案卡班級、座號、姓名書寫及劃記錯誤者扣 5 分

一、單選題(20 題，每題 3 分，共 60 分)

1. () 如圖所示，甲電荷 $+q$ 與乙電荷 $-q$ ，兩者相距 $4a$ 。若取兩電荷連線上之 S 點處的電位為零，則圖中距 O 點 $2a$ 之 P 點處的電位為何？



- (A) 0 (B) $\frac{kq}{\sqrt{2}a}$ (C) $\frac{kq}{2\sqrt{2}a}$ (D) $\frac{-kq}{\sqrt{2}a}$ (E) $\frac{2kq}{3a}$

【Super 講義題】，【指考題】

解答 E

解析

$$(i) \text{取無窮遠的電位為零} \Rightarrow \begin{cases} V_S = \frac{kq}{3a} + \frac{k(-q)}{a} = -\frac{2kq}{3a} \\ V_P = \frac{kq}{2\sqrt{2}a} + \frac{k(-q)}{2\sqrt{2}a} = 0 \end{cases}$$

(ii) 若改取 S 處的電位 $V'_S = 0$ ，則 P 點的電位 V'_P 會改變，但兩點間的電位差不變

$$\Rightarrow \Delta V_{PS} = V_P - V_S = 0 - \left(-\frac{2kq}{3a}\right) = V'_P - 0 \Rightarrow V'_P = \frac{2kq}{3a}$$

2. () 下列關於電場特性的敘述，何者**錯誤**？ (A)電場是向量場 (B)電場中的帶電粒子必定沿電力線運動 (C)電場的觀念和定義，與重力場相似 (D)電場中的任何兩條電力線在中途必定不能相交 (E)電場的電力線不一定是直線

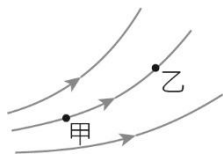
【Super 講義題】，【學測題】

解答 B

解析

(B)×：電力線不一定是電荷運動的軌跡，只有當電力線是直線且電荷初速與電場平行，或初速為零時，電荷才會沿著電力線運動

3. () 空間中某區域的電力線分布如圖，其電場方向如箭頭所示，下列敘述何者正確？



- (A)甲點的電場較乙點強 (B)甲點之電位低於乙點之電位 (C)若甲點沒有電荷存在，則可以有兩條電力線通過甲點 (D)帶電粒子在甲點所受之靜電力之方向即為甲點電場之方向 (E)在甲點附近以平行電力線的方向移動帶電粒子時，電場所施之靜電力不會對該粒子作功

【Super 講義題】，【103 指考題】

解答 A

解析

(A)○：甲點的電力線疏密程度大於乙點，故甲點的電場較乙點強 (B)×：電力線由高電位指向低電位，故甲點的電位高於乙點的電位 (C)×：電力線不會相交，跟電荷是否存在無關 (D)×：不一定，帶負電粒子所受靜電力方向與電場方向相反 (E)×：靜電力一定會對該粒子作功。當靜電力方向與移動方向相同時作正功，反之，當靜電力方向與移動方向相反時作負功

4. () 一理想變壓器，主線圈及副線圈的匝數各為 N_1 及 N_2 。設 $N_1 > N_2$ ，則下列敘述何者為正確？ (A)此變壓器對直流電或交流電均可適用 (B)副線圈輸出的功率比主線圈輸入的功率高 (C)副線圈輸出的交流電頻

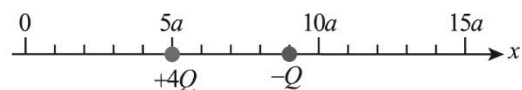
率比主線圈輸入的頻率低 (D)若主線圈輸入的交流電流為 I 時，則副線圈輸出的電流為 $\frac{N_2 I}{N_1}$ (E)若主線圈輸入的交流電壓為 ε 時，則副線圈輸出的電壓為 $\frac{N_2 \varepsilon}{N_1}$

【Super 講義題】，【聯考題】

解答
解析

E
(A)×：變壓器僅適用於交流電。 (B)×：理想的變壓器，輸入的電功率等於輸出的電功率。 (C)×：輸入頻率與輸出的頻率相等。 (D)×：由 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{I_2}{I} \Rightarrow I_2 = \frac{N_1 I}{N_2}$ 。 (E)○：由 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\varepsilon}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow V_2 = \frac{N_2 \varepsilon}{N_1}$

5. () 如圖所示，在一直線上有兩個點電荷。電量為 $+4Q$ 的點電荷固定於 $x=5a$ ，電量為 $-Q$ 的點電荷固定於 $x=9a$ 。將一點電荷 $+Q$ 置於直線上何處時，此 $+Q$ 電荷所受的靜電力為零？

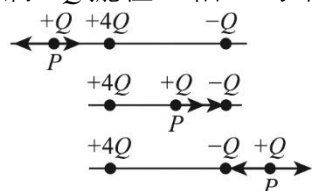


- (A) $3a$ (B) $7a$ (C) $11a$ (D) $13a$ (E) $15a$

【Super 講義題】，【學測題】

解答
解析

D
將 $+Q$ 擺在 x 軸上的不同區域時，兩電荷施於 $+Q$ 的靜電力方向，如圖所示。



可判斷 $+Q$ 必須擺在 $-Q$ 的右側，其所受的靜電力才可能為零。

$$\frac{k \times 4Q \times Q}{(x-5a)^2} = \frac{k \times Q \times Q}{(x-9a)^2} \Rightarrow x=13a。$$

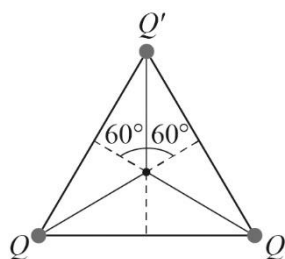
6. () 下列有關物體或粒子與電磁場間的關係之敘述，何者正確？ (A)一個等速度前進的電子，能在其四周產生電場但無磁場產生 (B)一個等速度前進的質子，能在其四周產生磁場但無電場產生 (C)一個等速度移動的磁鐵，能在其四周產生電場但無磁場產生 (D)一個靜止的電子，能在其四周產生磁場但無電場產生 (E)一束等速度前進的光子，其四周伴有電場與磁場

【Super 講義題】，【104 指考題】

解答
解析

E
(A)(B)×：帶電粒子等速度前進時，能在其四周產生電場及磁場
(C)×：等速度移動的磁鐵，能在其四周產生磁場及電場
(D)×：靜止的電子，能在其四周產生電場但無磁場產生
(E)○：光也是電磁波，故其四周伴有電場與磁場

7. () 點電荷 Q 、 Q 及 Q' (Q 與 Q' 均為正) 分別位在一個正三角形的三個頂點上，如圖所示。若正三角形中心處的電場為零，則 Q' 與 Q 間的關係為下列何者？

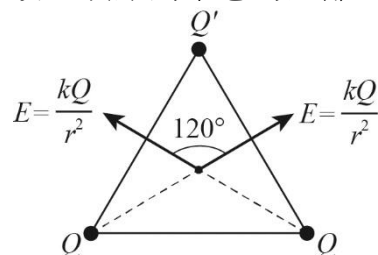


- (A) $Q' = \sqrt{2}Q$ (B) $Q' = Q$ (C) $Q' = \frac{\sqrt{3}}{2}Q$ (D) $Q' = \sqrt{3}Q$ (E) $Q' = 2Q$

【Super 講義題】，【指考題】

解答
解析

B
設三頂點到中心的距離為 r ，



(i)兩個 $+Q$ 所建立的電場如圖所示，

$$\text{其中 } E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow \text{合電場} = 2 \times \frac{kQ}{r^2} \times \cos 60^\circ = \frac{kQ}{r^2} (\uparrow)。$$

(ii)設 O' 所建立的電場為 E' ，因總電場為零，可知 E' 的方向為 \downarrow ，

故 Q' 帶正電。其所建立的電場之大小 $E' = \frac{kQ'}{r^2} = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow Q = Q'$ 。

8. () 有兩片大小皆為 $0.50 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ 的帶電平行金屬薄板，其間距固定為 1.0 mm ，電位差為 100 V 。若將一電量為 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 的電子置於兩平行板的正中央，則此電子約受到多少 N 的靜電力作用？ (A) 0 (B) 1.6×10^{-17} (C) 4.0×10^{-16} (D) 3.2×10^{-15} (E) 1.6×10^{-14}

【Super 講義題】，【104 指考題】

解答 E

解析 平行板間的電場 $E = \frac{\Delta V}{d}$

$$\Rightarrow \text{電子所受靜電力 } F = qE = e \times \frac{\Delta V}{d} = \frac{e\Delta V}{d} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 100}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.6 \times 10^{-14} (\text{N})。$$

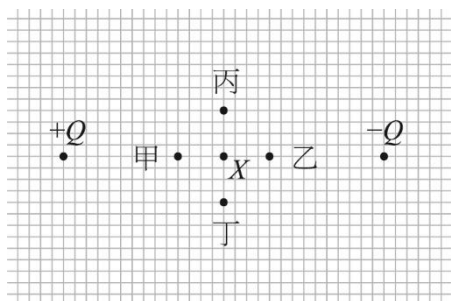
9. () 電廠所發的電，先用變壓器把電壓升高，輸送到遠方，送到用戶附近時，再用變壓器把電壓降低，然後才送給各用戶。有關變壓器調節電壓的原理，下列敘述何者錯誤？ (A) 為了便於改變電壓，輸出及輸入的電流為交流電 (B) 電流有磁效應 (C) 磁通量的變化產生感應電動勢 (D) 變壓器將電壓降低時，因電壓下降會損失大部分的電能

【Super 講義題】，【學測題】

解答 D

解析 (D)×：利用變壓器將電壓下降時，副線圈的電流會變大，但能量並不會損失。變壓之後，在電力輸送的過程中，才會因為電流的熱效應而損失能量

10. () 如圖為「等位線與電場」實驗的示意圖，圖中 $+Q$ 與 $-Q$ 分別代表等量正負電荷。 X 為兩正負電荷中點，將一探針置於 X 處。若甲、乙、丙、丁四點皆與 X 點等距離，則另一探針將可在下列哪兩處得與 X 處相等之電位？

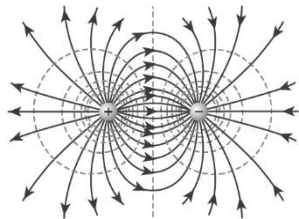


- (A) 甲、乙 (B) 乙、丁 (C) 甲、丙 (D) 甲、丁 (E) 丙、丁

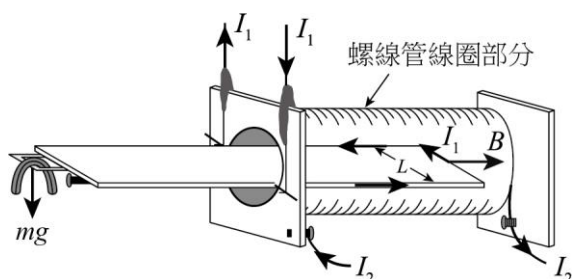
【Super 講義題】，【101 指考題】

解答 E

解析 如圖所示，電量相等的正、負兩點電荷連線之中垂線即為一條等位線，故丙、 X 、丁三點電位相等。



11. () 附圖為電流天平的構造示意圖。當 U 型電路上的電流值為 I_1 、螺線管所載電流值為 I_2 、天平左端所掛的小重物質質量為 m 時，天平恰成平衡。若將電流 I_1 變成 $-4I_2$ ，同時 I_2 變成 $-I_1/2$ （負號表示電流方向與原來的方向相反），則此時可使天平平衡的小重物質質量應為何？（忽略地磁造成的影響， g 為重力加速度， L 為 U 型電路寬度， B 為螺線管所產生的磁場）



- (A) m (B) $2m$ (C) $4m$ (D) $8m$ (E) 天平無法達到平衡

【110 指考題】

解答 B

【解析】電流天平等臂，故平衡時，

$$mg = F_B \Rightarrow mg = I_1 L B \Rightarrow mg = I_1 L \times \mu_0 n I_2 \Rightarrow m \propto I_1 I_2 ,$$

I_1 變成 $-4I_1$ ， I_2 變成 $-\frac{1}{2}I_2$ ，故此時小重物質量應為 $2m$

12. () 一半徑為 0.5 m 的球形金屬體，置於乾燥空氣中，並充靜電於其上，使電壓（即球與地之電位差）達 60 萬伏特而無放電現象產生，則此時此球所帶的淨電荷約為 (A) $3.3 \times 10^{-5} \text{ C}$ (B) $1.3 \times 10^{-4} \text{ C}$ (C) $7.5 \times 10^4 \text{ C}$ (D) $3.0 \times 10^5 \text{ C}$ (E) $1.2 \times 10^6 \text{ C}$

【Super 講義題】，【聯考題】

【解答】A

【解析】由 $V = \frac{kQ}{R} \Rightarrow Q = \frac{VR}{k} = \frac{6 \times 10^5 \times 0.5}{9 \times 10^9} \approx 3.3 \times 10^{-5} \text{ (C)}$

13. () 下列甲至丁與光有關的敘述，哪些正確？甲：日光中帶有隨時間變化的電場、乙：X 射線中帶有隨時間變化的磁場、丙：微波爐可產生比可見光之波長還長的電磁波、丁： β 射線是一種短波長的電磁波。 (A) 只有丙 (B) 只有甲乙 (C) 只有丙丁 (D) 只有甲乙丙 (E) 甲乙丙丁

【Super 講義題】，【106 學測題】

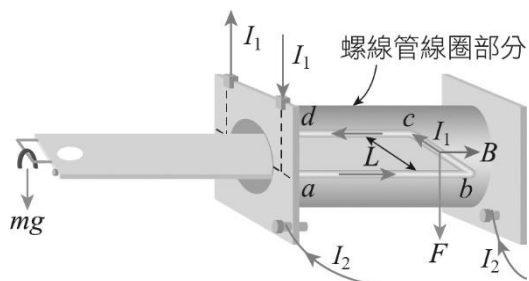
【解答】D

【解析】(i) 日光和 X 射線皆為電磁波，電磁波為隨時間交互變化的電場和磁場→甲、乙皆對。

(ii) 微波爐使用的波段為微波，其波長較可見光的波長還長→丙對。

(iii) β 射線為高速的電子流，不是電磁波→丁錯。

14. () 電流天平的主要裝置包括螺線管、電流天平（含 C 字型電路）、直流電源供應器、滑線可變電阻及安培計等。電流天平的構造示意圖如圖所示。令螺線管所載電流稱之為 I_2 、C 字型電路上的電流稱之為 I_1 、C 字型電路的寬度 $L = 10.0 \text{ cm}$ 、天平前端所掛的小重物重量為 mg 。下列有關電流天平的敘述何者錯誤？



- (A) 常用的電流天平是一種等臂天平 (B) 利用電流天平可以測量小重物的重量 (C) 平衡時，C 字型電路所受的磁力等於小重物的重量 (D) C 字型電路上的電流所受的總磁力正比於 C 字型電路的總長度 (E) 天平前端（掛小重物端）若一直垂下，天平無法達到平衡時，則將 I_1 或 I_2 電流的方向改變，可以解決問題

【指考題】，【實驗活動手冊】

【解答】D

【解析】(B)(C) 由於常用的電流天平為等臂天平，故平衡時 C 字型電路受的磁力與重物重量相同，若已將實驗完成則可知相應電流所產生的磁力量值，固可用於測量重物重量

(D) 因僅有 bc 段電路未與磁場平行，故是正比於 bc 段的長度，而非整段電路長

15. () 材質與半徑完全相同的兩金屬球分別帶有電量 Q 及 $\frac{1}{2}Q$ ，兩球間的距離遠大於其半徑，且兩球間的靜電作用力為 F 。今將兩球接觸後再將它們放回原來位置，假設過程中兩球上的總電荷守恒，則兩球間的靜電作用力變為若干？ (A) $\frac{3}{2}F$ (B) $\frac{9}{8}F$ (C) $\frac{5}{4}F$ (D) $\frac{3}{4}F$ (E) $\frac{7}{8}F$

【Super 講義題】，【(補)109 指考題】

【解答】B

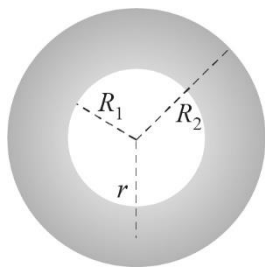
【解析】(i) 設原本兩球球心相距 $r \Rightarrow F = \frac{k \times Q \times \frac{1}{2}Q}{r^2} = \frac{kQ^2}{2r^2}$ 。

(ii) 半徑相同的兩金屬球接觸後，總電量平均分配至兩球

$$\Rightarrow \text{兩球的電量皆為 } Q' = \frac{Q + \frac{1}{2}Q}{2} = \frac{3}{4}Q$$

$$\Rightarrow \text{新的靜電力 } F' = \frac{k \times \frac{3}{4}Q \times \frac{3}{4}Q}{r^2} = \frac{9kQ^2}{16r^2} = \frac{9}{8} \times \frac{kQ^2}{2r^2} = \frac{9}{8}F$$

16. () 一金屬厚球殼的內、外半徑分別為 R_1 與 R_2 ，中空球心處靜置一電量為 q 的點電荷，如圖所示。設庫倫常數為 k ，則當達靜電平衡時在金屬球殼內距球心為 r 處 ($R_1 < r < R_2$) 的電場量值為下列何者？



- (A) 0 (B) $\frac{kq}{r^2}$ (C) $\frac{kq}{r}$ (D) $\frac{4kq}{(R_1 + R_2)^2}$ (E) $\frac{2kq}{R_1 + R_2}$

【Super 講義題】，【107 指考題】

解答

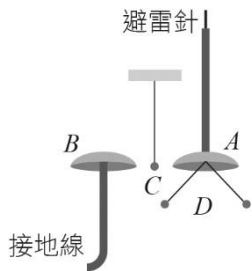
A

解析

達靜電平衡時，導體內部的電場量值必為零

17~18.

富蘭克林為研究雷電現象，設計了如圖所示的裝置。他將避雷針線路與接地線分開，並在分開處裝上帽形的金屬鐘 A 與 B，兩鐘之間另以絲線懸吊一個金屬小球 C，A 鐘下方另以導線連接兩個很輕的金屬小球，形成驗電器 D。當避雷針上空附近的雲不帶電時，三個小球均靜止下垂。依據以上所述，並假設驗電器周圍的空氣不導電，試回答下列問題。



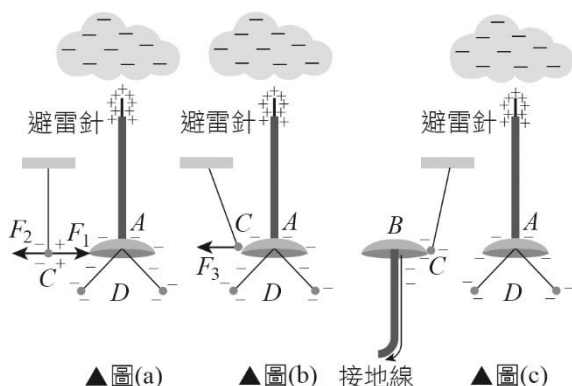
17. () 當低空帶電的雲接近避雷針頂端時，下列有關小球 C 的敘述，何者正確？ (A) 小球會保持靜止下垂，不會擺動 (B) 小球會在 A 與 B 間擺動，來回撞擊 A 與 B (C) 小球會先擺向 A，撞到 A 後被 A 吸住，不再分離 (D) 小球會先擺向 B，撞到 B 後被 B 吸住，不再分離
18. () 驗電器 D 的兩個小球原本靜止下垂，互相接觸。當避雷針因為帶有負電的雲接近，而出現尖端放電時，下列有關驗電器上兩個小球的敘述，何者正確？ (A) 兩個小球會帶負電而分離，並保持張開，不相接觸 (B) 兩個小球會帶正電而分離，並保持張開，不相接觸 (C) 兩個小球會帶負電而分離，在張開後會再次下垂，並互相接觸 (D) 兩個小球會帶正電而分離，在張開後會再次下垂，並互相接觸

【Super 講義題】，【學測題】

解答

22.B 23.A

解析

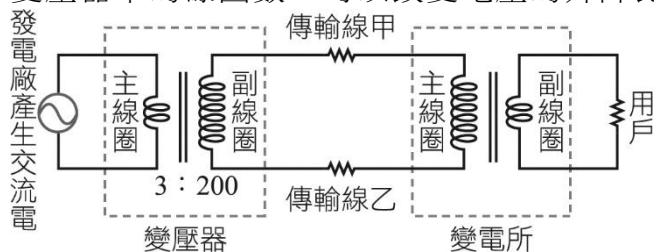


- ▲圖(a) ▲圖(b) 接地線 ▲圖(c)
- (1) (i) 當低空帶電的雲接近避雷針頂端時，A 與 C 球因靜電感應而帶電的情形如圖(a)所示。因此 C 球的右端與 A 有相吸的靜電力 F_1 ，而左端與 A 有相斥的靜電力 F_2 。
(ii) 因 C 球的右端與 A 相距較近，左端與 A 相距較遠，故 $F_1 > F_2$ ，因此 C 球會向右擺動而撞上 A，如圖(b)所示。C 球撞上 A 後，異性電被中和，只剩下同性電。此時 C 球會受 A 的靜電力 F_3 排斥而向左擺動，進而撞上金屬鐘 B。
(iii) 因為金屬鐘 B 接地，故 C 球撞上 B 後會失去電荷，如圖(c)所示。在失去電荷後，C 球因受重力的作用而向右擺動。
(iv) C 球向右擺動後，上述(i)~(iii)的情況重複發生，因此小球 C 會在 A、B 間擺動，故選(B)。
(2) 當帶負電的雲接近避雷針上端時，避雷針上的自由電子因受到靜電力的排斥而往下移動，使驗電器 D 的兩小球皆帶負電。兩小球因靜電排斥力而使它們保持張開，不相接觸。故選(A)。

19~20.

附圖為電力輸送系統的示意圖。發電廠為了將產生的電力輸送到用戶，先利用變壓器將交流電壓升到很高，經過高壓電塔間的兩條傳輸線甲及乙，輸送到遠地方的變電所再將電壓降低，然後分配給各個工廠與家庭。調整

變壓器中的線圈數，可以改變電壓的升降比值。



19. () 若發電廠產生的交流電壓為 6000 V，變壓器主、副線圈的圈數比為 3：200，則在發電廠變壓器副線圈的輸出電壓為多少 V？ (A) 4×10^6 (B) 4×10^5 (C) 2×10^4 (D) 2×10^3 (E) 90
20. () 若傳輸線輸送的電功率保持不變，而發電廠變壓器主、副線圈的圈數比，由原來的 3：200 改為 3：100，則傳輸線因熱效應而消耗的電功率，變為原來的多少倍？ (A) 4 (B) 2 (C) $\frac{1}{2}$ (D) $\frac{1}{4}$ (E) 不變

【Super 講義題】，【101 學測題】

解答 24.B 25.A

解析 (1) 由 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{6000}{V_2} = \frac{3}{200} \Rightarrow V_2 = 4 \times 10^5 \text{ (V)}$

(2) 傳輸線輸送的電功率 $P_0 = IV \Rightarrow I = \frac{P_0}{V}$ ，

故輸送時消耗的電功率 $P = I^2 R = \left(\frac{P_0}{V}\right)^2 R = \frac{P_0^2 R}{V^2} \propto \frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{N^2} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{200^2}{100^2} \Rightarrow P' = 4P$

二、多選題(8 題，每題 5 分，共 40 分，錯一個選項扣 2 分)

21. () 電蚊拍利用電子電路讓兩電極間的直流電壓可升高達上千伏特，且兩電極間串聯著一個電阻值很大的電阻。它酷似網球拍的網狀拍外型，一般具有三層金屬導線網，其中構成上、下拍面的兩層較疏的金屬網彼此相通，構成同一電極，處於電路的低電位；夾在中間的一層金屬網則是電路中電位較高的另一電極。已知在一大氣壓下，當電場超過 30 kV/cm 時，空氣通常會被游離而放電。以下僅考慮兩電極的間距為 5 mm 之金屬網，且兩電極間的電壓不足以使空氣游離的電蚊拍。依據上述，判斷下列敘述哪些正確？ (A)該電蚊拍兩電極間的電壓可升高至 30 kV (B)閃電生成的基本原理與電蚊拍游離空氣放電的原理是一樣的 (C)電蚊拍拍面上的電子由較高的原子能階躍遷回低能階時釋放的能量可使空氣游離 (D)飛入兩電極間的蚊蟲相當於導體，即使它只碰到外層電網，也可使兩電極間的空氣間隙減小，以致空氣游離放電 (E)電蚊拍中間夾層的金屬網電位高達上千伏特，若人體碰觸金屬網，會因電擊而產生嚴重傷害

(應選二項)

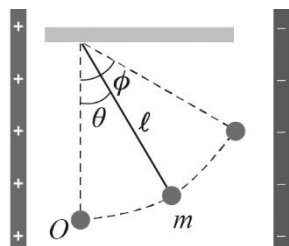
【Super 講義題】，【108 指考題】

解答 BD

解析 (A)×：平行電板的電位差 $\Delta V = Ed \Rightarrow \Delta V < 30 \text{ (kV/cm)} \times 0.5 \text{ (cm)} = 15 \text{ (kV)}$ ，故該電蚊拍兩電極間的電壓無法升高至 30 kV (B)○：兩者都是因為強度極高的電場將空氣游離而放電 (C)×：是因為拍面間的電場讓空氣分子的電子游離，而非因為電子能階躍遷所釋放的能量 (D)○： $\Delta V = Ed \Rightarrow$ 若 $d \downarrow$ ，則 $E \uparrow$ ，當飛入的蚊蟲使兩電極間的空氣間隙減小，使得該處的 $E > 30 \text{ kV/cm}$ 時，即可使空氣游離放電 (E)×：雖然金屬網的電位高達上千伏特，但兩電極間串聯著一個高電阻，加上人體的電阻也很大，故碰觸金屬網時，通過人體的電流量非常小，並不會產生嚴重傷害

【註】要真正了解本題無法用幾行解答來說明，更詳細的原理與說明，請參閱本章素養題。

22. () 質量為 m 的帶電小球，以長為 ℓ 的絕緣細線懸吊於垂直水平面的兩平行板之間。平行板內有一均勻電場（垂直板面），量值為 E 。小球平衡時，細線與鉛垂方向成 θ 角（如圖），此時細線的張力為 T ，若將小球移至使細線與鉛垂方向成 ϕ 角，然後將小球由靜止釋放，小球擺至最低點 O 時，速度恰為零，則下列敘述哪些正確？

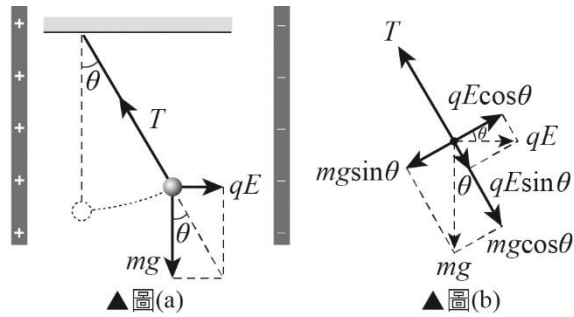


- (A) 小球帶正電荷 (B) 小球所帶電量為 $q = \frac{mg}{E} \tan \theta$ ， g 為重力加速度 (C) 張力 $T = mg \sin \theta + qE \cos \theta$ ， g 為重力加速度 (D) 若 ϕ 角為 60° ，則 θ 角為 30° (E) 小球擺至最低點 O 時，加速度值為零

解答

ABD

解析



(A)○：小球被正電排斥，被負電吸引，故帶正電 (B)○：小球平衡時的受力圖如圖(a)所示，可得

$$\tan \theta = \frac{qE}{mg} \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \tan \theta$$

(C)×：將 mg 及 qE 各分解成平行於 T 的分量和垂直於 T 的分量，如圖(b)所示，可得 $T = mg \cos \theta + qE \sin \theta$

(D)○：因為擺至最低點 O 時的速度為零，由單擺振盪的對稱性可知 $\theta = \frac{\phi}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$

(E)×：擺至最低點 O 時的速度為零，故法線加速度 $a_n = \frac{v^2}{r} = 0$ ，切線加速度 $a_t = \frac{qE}{m}$

23. () 在科學博覽會中，有一學生站在塑膠凳上，以手指接觸相對地面電壓為 27 萬伏特、半徑為 15 cm 的金屬球時，導致頭髮直豎，引發觀眾驚呼。已知金屬球表面的電場大於 $3.0 \times 10^6 \text{ V/m}$ 時，即會造成空氣游離而放電。下列敘述哪些正確？（庫侖常數 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ） (A)學生手指接觸高電壓金屬球後，頭髮因帶同性電荷而互斥所以直豎 (B)將懸掛在質輕細繩下的不帶電金屬小球移近高電壓金屬球時，金屬小球會立即被排斥開 (C)電壓固定為 27 萬伏特時，金屬球的半徑必須不小於 9.0 cm，才不至於發生放電現象 (D)高電壓金屬球在該生接觸它之前的電量約為 $3.0 \times 10^{-4} \text{ C}$ (E)高電壓金屬球上電荷透過接地之導體，在 5.0 ms 內全部轉移到地面期間之平均電流約為 0.90 mA

(應選三項)

【110 指考題】

解答

ACE

解析

(A)同性電荷相斥 (B)不帶電金屬小球移近高電壓金屬球時，小球接近高電壓金屬球的一側，會與高電壓金屬球的電性相反，故小球會被高電壓金屬球吸引 (C)電壓 $V = \frac{kQ}{R_{\min}} \Rightarrow Q = \frac{VR_{\min}}{k}$ ，電場

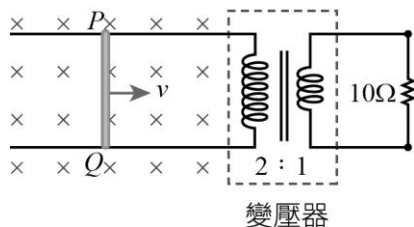
$$E = \frac{kQ}{R_{\min}^2} = \frac{k}{R_{\min}^2} \times \frac{VR_{\min}}{k} = \frac{V}{R_{\min}}$$

$$\Rightarrow R_{\min} = \frac{V}{E} = \frac{27 \times 10^4}{3 \times 10^6} = 9 \times 10^{-2} (\text{m}) = 9 (\text{cm})$$

$$(D) V = \frac{kQ}{R} \Rightarrow Q = \frac{VR}{k} = \frac{27 \times 10^4 \times 0.15}{9 \times 10^9} = 4.5 \times 10^{-6} (\text{C})$$

$$(E) \text{電流 } I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{4.5 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-3}} = 9 \times 10^{-4} (\text{A}) = 0.9 (\text{mA})$$

24. () 如圖所示，有一主線圈與副線圈匝數比為 2:1 的理想變壓器，主線圈外接一組電阻為零的軌道，而金屬棒 PQ 可在軌道上滑行形成迴路，迴路所在區域有 0.50 T 垂直進入紙面之均勻磁場，金屬棒 PQ 的長度為 20 cm、電阻為 0.40Ω ，副線圈外接 10Ω 的電阻，其餘的電阻均可忽略。若金屬棒因受外力而在軌道上以速率 $v = 2.0 \text{ m/s}$ 等速度滑行時，則下列敘述哪些正確？



- (A)主線圈迴路的感應電流方向為逆時針 (B)主線圈中的感應電流 $I = 0.50 \text{ A}$ (C)副線圈中的感應電動勢為 1.0 V (D)副線圈中的感應電流 $I = 0.10 \text{ A}$ (E)副線圈消耗的電功率 $P = 0$

(應選二項)

【Super 講義題】，【104 指考題】

解答

BE

解析

(A)×： PQ 向右運動時，因迴路的面積縮小，故迴路中垂直紙面向內的磁通量減少，由楞次定律可知，產生的感應電流方向應為順時針方向

(B)○：感應電動勢 $\varepsilon = \ell v B = 0.20 \times 2.0 \times 0.50 = 0.20 (\text{V})$ ，

故感應電流的量值 $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.20}{0.40} = 0.50 \text{ (A)}$ 。

(C)(D)×、(E)○：主線圈所產生的電流為直流電，變壓器無法變壓，故副線圈無感應電動勢、感應電流及消耗的電功率為 0

25. () 假設空間某一範圍內有一 x 軸方向的電場，電場 E 與所在位置的 x 坐標有關， $E(x) = -\alpha x$ ，其中 $\alpha = 100 \text{ V/m}^2$ ， x 的單位為 m 。有一質點質量為 $3 \times 10^{-4} \text{ kg}$ 、帶電 $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ ，在 $x = 4 \text{ m}$ 處由靜止被釋放。若不考慮重力，則在此質點所能及的範圍內，下列敘述哪些正確？ (A)質點在 $x = 0 \text{ m}$ 處的速度為零 (B)質點做簡諧運動，振幅為 4 m (C)質點在 $x = 1 \text{ m}$ 處受力量值為 $2 \times 10^{-4} \text{ N}$ (D)質點在 $x = 4 \text{ m}$ 處的動能最大 (E)質點在 $x = 4 \text{ m}$ 處的位能最大

(應選三項)

【Super 講義題】，【指考題】

解答

BCE

解析

質點受力為 $F = qE = 2 \times 10^{-6} \times (-100x) = -2 \times 10^{-4} x = -kx$ ，故此質點在 x 方向上作簡諧運動，

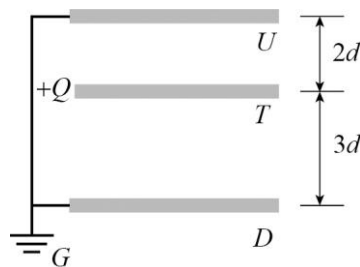
(A)×： $x = 0$ 處為簡諧運動的平衡點，速度量值最大

(B)○：在 $x = 4 \text{ m}$ 處釋放，故振幅為 4 m

(C)○： $x = 1 \text{ m}$ 處，其受力量值 $F = 2 \times 10^{-4} \times 1 = 2 \times 10^{-4} \text{ (N)}$

(D)×、(E)○： $x = 4 \text{ m}$ 處為簡諧運動的端點，動能最小、位能最大

26. () 如圖所示，兩片完全相同、可視為無限大的平行金屬薄板 U 與 D ，間距固定為 $5d$ ，以銅線連接到電位恆為 0 的接地體 G ，最初 U 與 D 均不帶電。今將與 U 、 D 完全相同、帶電量 $+Q$ 且不接地的金屬薄板 T 平行移入，並固定於上板下方 $2d$ 處。已知連接兩板的電力線數目，既與兩板間的電場成正比，也與起點或終點處的電量成正比，且 D 、 T 間的電位差與 U 、 T 間的電位差相等，則在靜電平衡時，下列敘述哪些正確？



- (A) D 、 T 間的電場量值為 U 、 T 間電場量值的 1.5 倍 (B)以 U 板與 D 板為終點的電力線數目相等 (C) T 板受到向上的靜電力 (D) T 板受到的靜電力為零 (E) U 板上的電量為 D 板上電量的 1.5 倍

(應選二項)

【111 分科測驗題】

解答

CE

解析

本題若無物理基本知識，也可由題幹中「連接兩板的電力線數目，既與兩板間的電場成正比，也與起點或終點處的電量成正比，且 DT 間的電位差與 UT 間的電位差相等」得到不少資訊，而關鍵概念是平行帶電金屬板的 $V = Ed$ 關係。由題目已知 $V_U = V_D = 0$ 、 $V_{DT} = V_{UT}$ 。

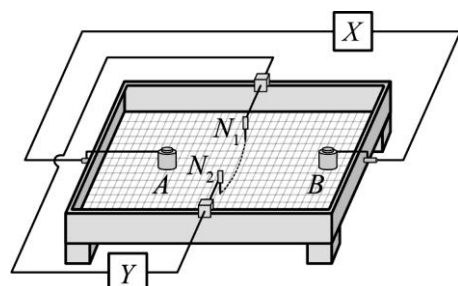
(A)錯： $E_{DT} = \frac{V_{DT}}{3d}$ ，而 $E_{UT} = \frac{V_{UT}}{2d}$ ，故 $\frac{E_{DT}}{E_{UT}} = \frac{2}{3}$

(B)錯：由於 DT 和 UT 之間電場不同，故電力線數量不相等

(E)對：由於電量與電場成正比，故 $\frac{Q_U}{Q_D} = \frac{E_{UT}}{E_{DT}} = \frac{3}{2} = 1.5$

(C)對、(D)錯：由於 T 板帶正電，故與 U 板有吸引力向上，但與 D 板有吸引力向下，由於 UT 距離較近，且 U 的帶電量較 D 多，故吸引力向上較大

27. () 小智利用如圖所示之電路，作了「等電位線與電場」實驗。請判斷下列哪些敘述正確？



- (A) X ：交流電源供應器， Y ：靈敏的伏特計 (B) X ：直流電源供應器， Y ：檢流計 (C)將探針 N_1 固定在 AB 連線某點，移動探針 N_2 ，當儀器 Y 中指針為零時，即找到一個等位點。持續移動 N_2 ，找出數個等位點，就可連成等位線 (D)可先找出電力線，再利用電力線與等位線必互相垂直，畫出等位線 (E)由實驗所得的圖形，可以判斷兩電極何者電位較高

(應選二項)

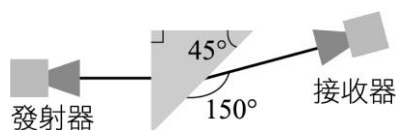
解答

BC

解析

(A)「等電位線與電場」實驗必須使用「直流電源供應器」 (B)(C)Y 為「檢流計」，主要作為測定方格紙上兩位置是否為等電位。當 Y 讀數為零時，則代表 $V_1 = V_2$ (D)實驗時，第一應先找出「等電位線」，再利用等位線與電力線的切線方向垂直的特性，再畫出「電力線」 (E)若將兩電極所連接的電源反接，所得的等電位線圖形亦相同，故無法單由等電位線的圖形來判斷兩電極電位的高低

28. () 下列有關「認識電磁波」實驗的敘述，哪些正確？



(A)於微波的反射實驗中，可發現入射角不一定等於反射角，而此現象的原因來自電磁波的偏振 (B)於微波的折射實驗中，若將微波垂直入射等腰直角三角稜鏡任一非斜面的邊，當微波接收器與稜鏡斜面夾角 150° 時會測得最大讀數（如圖），則可推估該稜鏡折射率為 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ (C)於微波的駐波實驗中，當微波接收器連續兩次測得最小讀數時，兩者相距為 1.45 cm ，若微波頻率為 10 GHz ，則微波於空氣中的光速約 $2.9 \times 10^8\text{ m/s}$ (D)由微波的偏振實驗中，電磁波通過偏極柵後的強度與偏振方向，和偏極柵隙縫與水平夾角 θ 有關 (E)若要阻擋某單一方向偏振的微波時，可將偏極柵縫隙轉至與偏振方向垂直

(應選三項)

【習作簿題】

解答

BCD

解析

(A)此現象與偏振無關，是因發射器發出的微波非單純的平面波，摻雜部分的球面波，由波前與波行進方向之關係，所以會形成部分入射波的入射角度無法一致，故導致利用接收器獲得的反射角不等於入射角

(B)設稜鏡折射率為 n ，則 $n \times \sin 45^\circ = 1 \times \sin 60^\circ \Rightarrow n = \sqrt{\frac{3}{2}}$

(C)當微波接收器連續兩次接收到毫安培計的最小讀數時，相距為 1.45 cm ，此長度為波長的一半，所以可知微波波長 $\lambda = 1.45 \times 2 = 2.9(\text{cm}) = 2.9 \times 10^{-2}(\text{m}) \Rightarrow v = f\lambda = (10 \times 10^9) \times (2.9 \times 10^{-2}) = 2.9 \times 10^8 (\text{m/s})$ (D)由偏振的實驗結果可知，電磁波強度正比於 $\cos^2 \theta$ (E)當微波偏振方向與偏極柵隙縫平行時，金屬偏極柵將產生電流，此電流產生的電場會與入射的電場等大且反向，與入射微波的電場相互抵消，因此微波無法通過偏極柵